Szövetszerkezet témaköre
Pórusszerkezet fogalma *(2002. április)*
Szövetszerkezet, szilárd test, szilárd anyag fogalma *(2001. december)*
Tömörség és porozitás fogalma *(2002. január)*

	Pórusszerkezet	

Németül:	Porenstruktur
Angolul:	Pore structure
Franciául:	Structure de pore

Optikai berendezés a póruseloszlás mérésére

(SZIKKTI fényképfelvétel)

Pórusszerkezet

A pórus, a sejt {⇓}, a hézag {⇓}, az üreg {⇓} a szilárd testben {⇑} vagy a szilárd testek halmazában lévő, *szilárd anyaggal {⇑} ki nem töltött, tömeg nélküli, különböző terek* elnevezései, amelyekben gázállapotú anyag (többnyire levegő) vagy elgőzölhető víz {⇓}, folyadék található. E tömeg nélküli tereket méreteik, mennyiségük, elhelyezkedésük, keletkezésük alapján különböztetjük meg.

A *beton (vagy habarcs)* pórusaira az 1 mm alatti átmérő jellemző, összességüket pórusszerkezetnek nevezzük. A **pórusszerkezet** az adalékanyag és a cementkő {⇓} pórusaiból áll. A cementkő pórusai általában *nyitottak*, fajtái: légpórusok, esetleg légbuborékok, továbbá kapillárpórusok és gélpórusok.

Az **adalékanyag pórusai** (németül: Komporen, Eigenporen) az adalékanyag {⇓} szemekben helyezkednek el, és a beton testsűrűségére, vízfelvételére, szilárdságára, hővezetési tényezőjére vannak hatással.

A **légpórusok** (németül: Verdichtungsporen) a szilárduló cementkőben akaratunk ellenére, de gondos tömörítés mellett is visszamaradó, viszonylag nagyobb méretű, esetleges elrendeződésű pórusok. (Az olyan betont, amelyben a pórusok átmérője az 1 mm-t

erősen meghaladja és keletkezésük gondatlan tömörítésre vezethető vissza, fészkes betonnak mondják.)

A **légbuborékok** (németül: Luftporen) a beton fagyállóságának, olvasztósó-állóságának javítására légbuborékképző adalékszerrel {⇓} a cementkőben tudatosan létrehozott, közel gömb alakú, egymástól független pórusok. A légbuborékok azáltal fejtik ki hatásukat, hogy megszakítják a kapillárpórusokat, és ezáltal egyrészt csökkentik a cementkő vízfelszívását, másrészt helyet adnak télen a megfagyó kapilláris víz {⇓} térfogatnövekményének. A légbuborék-eloszlásra követelmény, hogy az ún. távolsági tényező, azaz a cementkő bármely pontjától a hozzá legközelebb eső légbuborék felszínének távolsága nem lehet több, mint 0,2 mm. A légbuborékképző-szerrel készített frissbeton összes levegőtartalma 4-6 térfogat%, a 28 napos korú légbuborékos beton nyomószilárdsága a légbuborékképző-szer nélküli beton nyomószilárdságának legalább 75 %-a.

A cementkőben lévő **kapillárpórusok** (németül: Kapillarporen) a keverővíz mennyiségétől függően keletkeznek. A cement hidratációja {⇓} során a cementkőbe legfeljebb a cement 35-40 tömeg%-át kitevő vízmennyiség épül be, ami 0,35-0,40 értékű víz-cementtényezőnek felel meg. Ha a beton ennél több vízzel készül, akkor a vízfelesleg finom, hajszálcsöves, gyakran összefüggő pórusrendszert hoz létre, amelynek alkotói a beton felületére is kivezető kapillárpórusok. A kapillárpórusok mennyiségének növekedésével a cementkő és a beton minősége romlik. A kapillárpórusokat egyszerűen *kapillárisoknak* is szokták nevezni.

A **gélpórusok** (németül: Gelporen) a hidratált cementszemcsén belül, a cementgélben helyezkednek el, és a cementgéllel együtt a cement hidratációja folyamán keletkeznek. A cementgél teljesen össze nem növő tábla-, lemez-, szálalakú hidratációs termékekből áll, amelyek között a gélpórusok találhatók. A gélpórusok a folyadékokat és a gázokat gyakorlatilag nem eresztik át. A cement hidratáció előrehaladtával a hidratációs termékek mennyisége növekszik, a gélpórusok mennyisége csökken.

A cementkőben lévő pórusok hozzávetőleges átmérője

Megnevezés	Átmérő
Légpórusok	10 - 1000 μm = 0,01 - 1 mm
Légbuborékok	≤ 300 μm = 0,3 mm
Kapillárpórusok	0,1 - 10 μm = 10^{-4} - 10^{-2} mm
Gélpórusok	0,001 - 0,1 μm = 10^{-6} - 10^{-4} mm

Felhasznált irodalom:
Palotás László - Balázs György: Mérnöki szerkezetek anyagtana. 2. és 3. kötet. Akadémiai Kiadó. Budapest, 1979-1980.

Jelmagyarázat:

{⇑} A szócikk a BETON szakmai havilap valamelyik korábbi számában található.

{⇓} A szócikk a BETON szakmai havilap valamelyik következő számában található.

📖 Porenstruktur (német)

📖 Pore structure (angol)

📖 Structure de pore (francia)

Optikai berendezés a póruseloszlás mérésére (SZIKKTI fényképfelvétel)

Dr. Kausay Tibor
betonopu@axelero.hu
http://www.betonopus.hu

Jelmagyarázat: v A jel előtt álló fogalom a fogalomtár szócikke.

Megjelent a	BETON szakmai havilap	2002. április havi számának 14. oldalán

Szövetszerkezet, szilárd test, szilárd anyag

A **szövetszerkezet** (struktúra) a szilárd testben lévő anyagrészek (például ásványok, égetési vagy hidratációs termékek stb.) elhelyezkedésének rendje, amely az anyagrészek saját tulajdonságai mellett alapvetően meghatározza a szilárd test tulajdonságait. Ha e rend leírását a szilárd testen túlmenően a szilárd testek halmazára is kiterjesztjük, akkor már nem csak szövetszerkezetről, hanem **halmazszerkezetről** is beszélünk. A szilárd és több-kevesebb pórust, hézagot, üreget tartalmazó építőanyagok, valamint alkotóik - mint például a beton, a cement, a cementkő, az adalékanyag stb. - szövet- és halmazszerkezetének tárgyalása elkerülhetetlenné teszi a szilárd test, a szilárd anyag, a tömeg nélküli tér fogalmi megkülönböztetését.

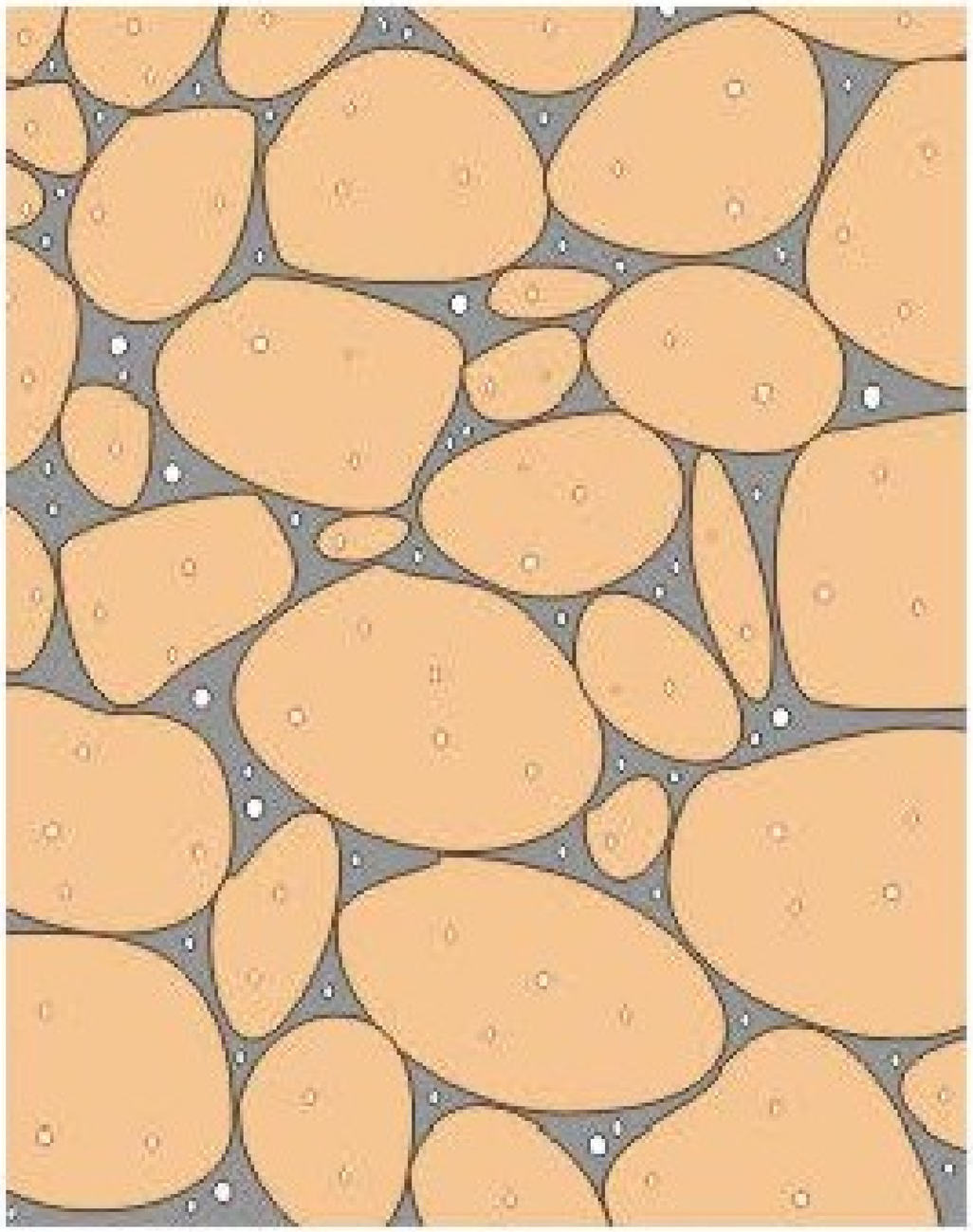
A **szilárd test** makroszkopikus méretekkel rendelkező egység, amely szilárd anyagból és több-kevesebb tömeg nélküli térből áll. Szilárd test a gyakorlatunkban a szilárd halmazállapotú építőanyag, például beton, habarcs, égetett mész darab, kavics-szem, homok-szem, zúzottkő-szem stb., vagy a szilárd halmazállapotú építési célú termék, például előregyártott beton- vagy vasbetonelem. Szilárd testek halmaza például a cement, az őrölt égetett mész, a kőliszt, a homokos kavics, az agyagkavics, a szárazhabarcs stb., amelyek közül a finomabbakat akár szilárd anyagok halmazának is nevezhetnénk.

A **szilárd anyag** a szilárd test mikroszkopikus méretekkel rendelkező olyan egysége, amely tömeg nélküli teret lényegében nem tartalmaz. Ennek része a kémiailag kötött, el nem gőzölhető víz {⇓} is. Szilárd anyag a gyakorlatunkban például az anyagsűrűség {⇑} meghatározása céljára laboratóriumban 0,2 mm alá porított betonporszem, kavicsporszem, homokporszem stb., illetve az ennél a méretnél eleve finomabb szemű cement-szem, őrölt égetett mész-szem, kőliszt-szem stb.

A szilárd testben vagy a szilárd testek halmazában lévő, szilárd anyaggal ki nem töltött, különböző, **tömeg nélküli terek** elnevezése méretüktől, mennyiségüktől, elhelyezkedésüktől, keletkezésüktől függően: pórus (beleértve a légbuborékot is), sejt, hézag, üreg, stb. {⇓}. E tömeg nélküli terekben gázállapotú anyag (többnyire levegő) vagy elgőzölhető víz {⇓}, folyadék található. Tulajdonképpen ide sorolható a repedés {⇓} is.

Jelmagyarázat: {⇑} A szócikk a BETON szakmai havilap valamelyik korábbi számában található.

{⇓} A szócikk a BETON szakmai havilap valamelyik következő számában található.



📖 Gefüge (szövetszerkezet) (német)

📖Material structure (szövetszerkezet) (angol)

📖 Structure des matériaux (szövetszerkezet) (francia)

A beton szövetszerkezetének ábrázolása

Dr. Kausay Tibor
betonopu@axelero.hu
http://www.betonopus.hu

Megjelent a	BETON szakmai havilap	2001. december havi számának 12. oldalán

Tömörség és porozitás

A tömörség és a porozitás elsősorban a szilárd testek {⇑} térkitöltési viszonyainak jellemzésére használatos fogalom. A szilárd testet tömegével képviselt szilárd anyag {⇑} (beleértve az el nem gőzölhető vizet {⇓} is) és több-kevesebb, gázállapotú anyaggal (többnyire levegővel) vagy elgőzölhető vízzel {⇓}, folyadékkal kitöltött, tömeg nélküli pórus alkotja. A fogalom szempontjából közömbös, hogy a szilárd testben vagy a szilárd testek halmazában szilárd anyaggal ki nem töltött, tömeg nélküli teret pórusnak (beleértve a légbuborékot is), sejtnek, hézagnak, üregnek stb. {⇓} nevezzük.

A tömörség és a porozitás az anyag és a pórusok térfogatának a test térfogatára vonatkozó viszonyszáma. Mértékegysége gyakorlatilag nincs (térfogat/térfogat), azaz nevezetlen szám. A tömörség és a porozitás 0 és 1 közé eső szám, de a tömörség 0 és a porozitás 1 értékű nem lehet. Adott test esetén a tömörség és porozitás összege 1, százalékban kifejezve 100 térfogat%. Ha a test tömörsége tart a 1-hez, akkor porozitása a 0-hoz tart. A testet tömörnek mondjuk, ha a tömörsége 1 és a porozitása 0, egyéb esetben pedig porózus testről beszélünk.

A tömörség és porozitás fogalma nemcsak szilárd testre, hanem szilárd testek halmazára (szemhalmaz {⇓}) is értelmezhető, de míg a fogalom szilárd test esetén anyagjellemző, addig halmaz esetén a halmaz tömörítettségétől függő állapotjellemző is, amelyet a szemek közötti hézagok változó térfogata befolyásol.

A test vagy a halmaz tömörségét, illetve porozitását a sűrűségi {⇑} jellemzők viszonyszámai fejezik ki:

- Tömörség = Testsűrűség / Anyagsűrűség = (Anyag térfogata) / (Test térfogata) = 1 - Porozitás
- Porozitás = (Anyagsűrűség - Testsűrűség) / Anyagsűrűség = (Pórusok térfogata) / (Test térfogata)
- Halmaztömörség = Halmazsűrűség / Testsűrűség = (Halmaz szemeinek térfogata) / (Halmazt befogadó tér térfogat) = 1 - Hézagtérfogat
- Hézagtérfogat = (Testsűrűség - Halmazsűrűség) / Testsűrűség = (Szemek közötti hézagok térfogata) / (Halmazt befogadó tér térfogat)
- Abszolút halmaztömörség = Halmazsűrűség / Anyagsűrűség = (Anyag térfogata) / (Halmazt befogadó tér térfogata) = 1 - Halmazporozitás

- Halmazporozitás = Összporozitás = (Anyagsűrűség - Halmazsűrűség) / Anyagsűrűség = (Szemekben lévő pórusok és a szemek közötti hézagok térfogata) / (Halmazt befogadó tér térfogata)

A *látszólagos porozitás* nem a sűrűség jellemzőkből számított, hanem a test vízfelvételéből meghatározott érték {⇓}, ami a *nyílt porozitás* (németül: Offene Porosität) közelítő értéke.

A test porozitását a pórusstruktúra {⇓}, azaz a pórusok száma, mérete, eloszlása, jellege befolyásolja, ami például poroziméterrel vagy optikai módszerrel határozható meg.

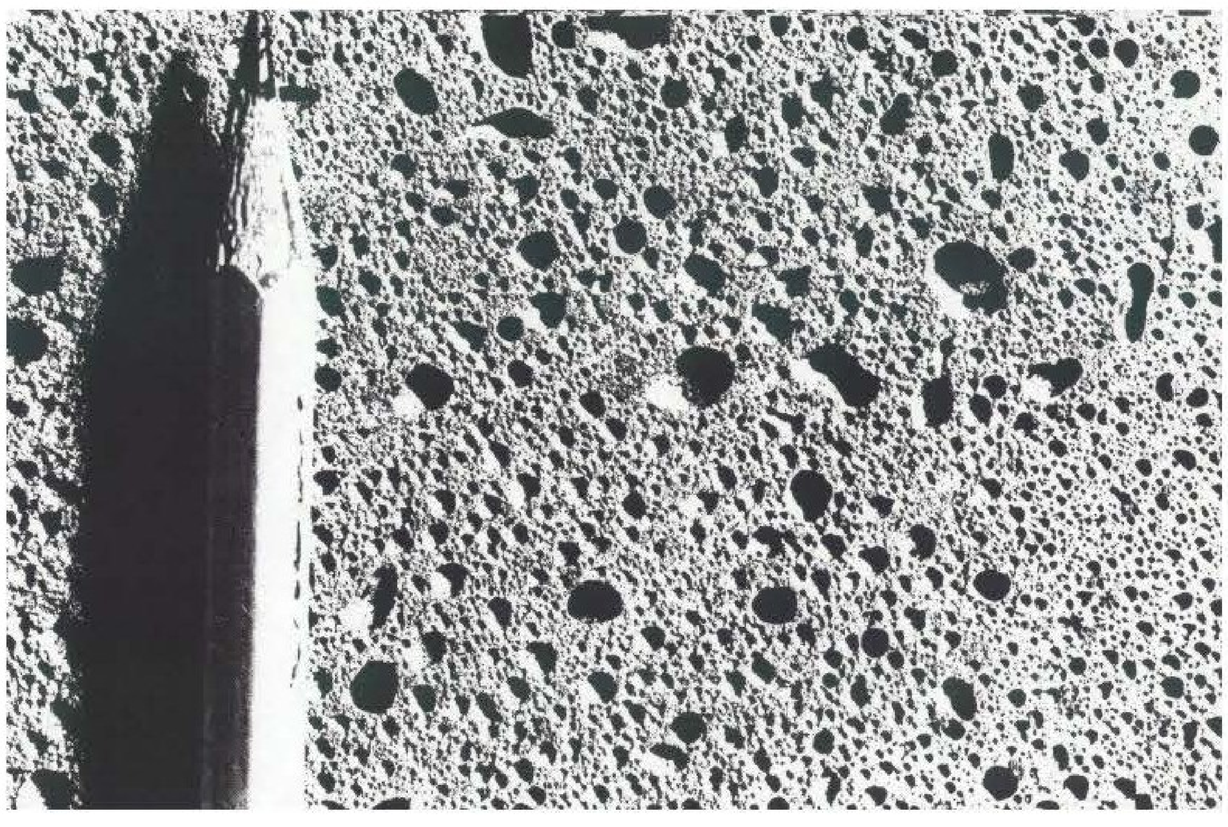
Jelmagyarázat: {⇑} A szócikk a BETON szakmai havilap valamelyik korábbi számában található.

{⇓} A szócikk a BETON szakmai havilap valamelyik következő számában található.

📖Dichtigkeit (tömörség), Porosität (porozitás), Hohlraumgehalt (hézagtérfogat) (német)

📖 Density (tömörség), Porosity (porozitás), Void volume (hézagtérfogat) (angol)

📖 Densité (tömörség), Porosité (porozitás), Porosité intergranulaire (hézagtérfogat) (francia)



Homok adalékanyagú habbeton szövetszerkezete.
Anyagsűrűség: 2600 kg/m^3
Testsűrűség: 950 kg/m^3
Tömörség: 0,365
Porozitás: 0,635

(SZIKKTI fényképfelvétel)

Dr. Kausay Tibor
betonopu@axelero.hu
http://www.betonopus.hu

Megjelent a	BETON szakmai havilap	2002. január havi számának 13. oldalán